

## ELECTRODE AND LIGHT EMITTING ELEMENT FOR III-V GROUP COMPOUND SEMICONDUCTOR

Patent Number: JP8306643

Publication date: 1996-11-22

Inventor(s): IECHIKA YASUSHI;; ONO YOSHINOBU;; TAKADA TOMOYUKI

Applicant(s): SUMITOMO CHEM CO LTD

Requested Patent:  JP8306643

Application Number: JP19950106770 19950428

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L21/28; H01L33/00

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

PURPOSE: To provide a light emitting element capable of emitting light from a light emitting surface as well as an electrode used for III-V group compound semiconductor.

CONSTITUTION: (1) Within an electrode used for III-V group compound semiconductor represented by an n-type or p-type general formula formed on a sapphire of Gay Al<sub>x</sub>N (where, x+y+z=1, 0<=x<=1, 0<=y<=1, 0<=z<=1), the n-electrode 7 is formed on a substantially central part on the surface of III-V group compound semiconductor while the p-electrode 6 for the III-V group compound semiconductor is formed on the same surface as if encircling the n-electrode 7, (2) Besides, the III-V group compound semiconductor represented by the n-type general formula formed on the surface of In<sub>x</sub>Gay Al<sub>z</sub>N (where x+y+z=1, 0<=x<=1, 0<=y<=1, 0<=z<=1) as well as the light emitting element using III-V group compound semiconductor electrode represented by (1) is provided.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-306643

(43)公開日 平成8年(1996)11月22日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup> H 01 L 21/28 33/00	識別記号 3 0 1	府内整理番号 H 01 L 21/28 33/00	F I H 01 L 21/28 3 0 0	技術表示箇所 3 0 1 H 3 0 1 Z E C
---	---------------	---------------------------------	------------------------------	--

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平7-106770

(22)出願日 平成7年(1995)4月28日

(71)出願人 000002093

住友化学工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 家近 泰

茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内

(72)発明者 小野 善伸

茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内

(72)発明者 高田 朋幸

茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 久保山 隆 (外1名)

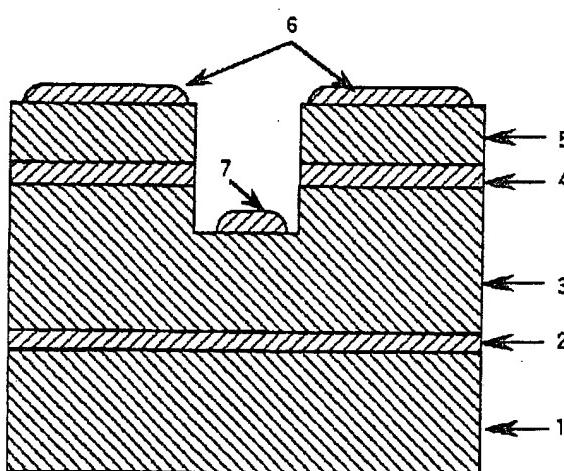
(54)【発明の名称】 3-5族化合物半導体用電極および発光素子

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 3-5族化合物半導体を用いて、発光面から均一な発光を得ることができる発光素子および該3-5族化合物半導体に用いる電極を提供することにある。

【構成】 [1] サファイア上に形成されたn型またはp型の一般式  $I_{n,x}G_{y,A_{z,N}}$  (ただし、 $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ ) で表される3-5族化合物半導体に用いる電極において、n電極7は3-5族化合物半導体の面の実質的に中央部に形成されてなり、p電極6は同一面上に該n電極を囲む形状に形成されてなることを特徴とする3-5族化合物半導体用電極。

[2] サファイア上に形成されたn型またはp型の一般式  $I_{n,x}G_{y,A_{z,N}}$  (ただし、 $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ ) で表される3-5族化合物半導体と、[1]記載の3-5族化合物半導体用電極を用いたことを特徴とする発光素子。



I

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア上に形成されたn型またはp型の一般式  $In_x Ga_y Al_z N$  (ただし、 $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ ) で表される3-5族化合物半導体用いる電極において、n電極は3-5族化合物半導体の面の実質的に中央部に形成されてなり、p電極は同一面上に該n電極を囲む形状に形成されてなることを特徴とする3-5族化合物半導体用電極。

【請求項2】 請求項1に記載のp電極の表面と、これと接する3-5族化合物半導体のp層の表面とに、第2のp電極が接することを特徴とする3-5族化合物半導体用電極。

【請求項3】 請求項1または2記載のp電極が、Mg、ZnおよびNiからなる群から選ばれた少なくとも1つの金属と、Auとの合金であることを特徴とする請求項1または2記載の3-5族化合物半導体用電極。

【請求項4】 請求項2記載の第2のp電極が、Al、TiもしくはCrまたはAl、Ti、Crからなる群から選ばれた少なくとも2種の金属の合金であることを特徴とする請求項1、2または3記載の3-5族化合物半導体用電極。

【請求項5】 請求項1記載のn電極がAl、Cr、TiもしくはInまたはAl、Cr、Ti、Inからなる群から選ばれた少なくとも2種の金属の合金であることを特徴とする請求項1、2、3または4記載の3-5族化合物半導体用電極。

【請求項6】 サファイア上に形成されたn型またはp型の一般式  $In_x Ga_y Al_z N$  (ただし、 $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ ) で表される3-5族化合物半導体と、請求項1、2、3、4または5記載の3-5族化合物半導体用電極を用いたことを特徴とする発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は3-5族化合物半導体用電極およびそれを用いた発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 紫外もしくは青色の発光ダイオード(以下、「LED」と記すことがある。)又は紫外もしくは青色のレーザーダイオード等の発光デバイスの材料として、一般式  $In_x Ga_y Al_z N$  (ただし、 $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ ) で表される3-5族化合物半導体が知られている。該3-5族化合物半導体は、3族元素の組成によって制御できるバンドギャップを有しているので、可視光領域から紫外線領域の発光を生じる発光素子に用いることができる。さらに該3-5族化合物半導体は直接遷移型のバンド構造を有するので、これを用いて発光効率の高い発光素子が得られる。とくに、Inの濃度が10%以上のものは、発

50

光波長が紫色およびそれより長波長の可視領域にすることができるため、表示用途への応用上とくに重要である。

【0003】 該3-5族化合物半導体は基板として充分な厚さの単結晶の作製が困難であるため、サファイア、Si、GaAs、ZnO、SiC等の基板に成膜される。これらの基板のなかでは、サファイアは可視部で透明であり大面積かつ高品質の基板が得られるという特徴があり、またAlNやGaN等のバッファ層を用いる2段階成長で高品質の膜が成長できることが知られており、該3-5族化合物半導体用基板としてよく用いられている。しかし、サファイアは絶縁体であるため、この上に成長した発光素子への正負の電極は、いずれも基板とは反対側に作製しなければならない。

【0004】 上記の状況をさらに詳しく説明する。即ち、図1にサファイア上に作製した該3-5族化合物半導体による発光素子の構造の概略を示す。該3-5族化合物半導体は、p型不純物をドープしても低抵抗のp型とはなりにくく、低抵抗化のためには成長後に熱アニール処理、電子線照射処理等の後処理が必要と提案されている。このような後処理を有効なものとするため、一般にp層は最表面に形成される。n電極は、p層および活性層をエッチングしてn層を表面に露出させ、このn層の上に形成される。該3-5族化合物半導体をサファイアの上に成膜した場合、結晶性は膜厚に依存し、膜厚がおよそ3~6μm程度で最もよくなる。このため、n層はおよそ4μm程度に成膜される。

【0005】 図1に示す構造の発光素子の場合、p層への電極は発光層直上のp層に形成することができるものの、n電極は発光層から離れた部分に形成される。ところで、発光ダイオードの基板面方向の大きさは通常300μm又はそれ以上であり、上述の該3-5族化合物半導体を用いた発光素子の場合、n電極より供給される電流は、4μm程度の厚さのn層を通して発光層へ運ばれる。発光素子の大きさに対してn層の厚みは100分の1程度に薄いため、素子全面にわたって均一に電流を供給すること、つまり、発光面から均一な発光を得ることが難しい。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、3-5族化合物半導体を用いて、発光面から均一な発光を得ることができる発光素子および該3-5族化合物半導体に用いる電極を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、このような事情をみて鋭意検討した結果、n電極とp電極の配置を従来のものとは異なる特定の配置とすることで、上記のような問題を解決できることを見いだし、本発明を完成するに至った。即ち、本発明は、次に記す発明である。

〔1〕サファイア上に形成されたn型またはp型の一般式 $In_xGa_yAl_zN$ (ただし、 $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ )で表される3-5族化合物半導体に用いる電極において、n電極は3-5族化合物半導体の面の実質的に中央部に形成されてなり、p電極は同一面上に該n電極を囲む形状に形成されてなることを特徴とする3-5族化合物半導体用電極。

〔2〕前記〔1〕に記載のp電極の表面と、これと接する3-5族化合物半導体のp層の表面とに、第2のp電極が接することを特徴とする3-5族化合物半導体用電極。

〔3〕前記〔1〕または〔2〕記載のp電極が、Mg、ZnおよびNiからなる群から選ばれた少なくとも1つの金属と、Auとの合金であることを特徴とする〔1〕または〔2〕記載の3-5族化合物半導体用電極。

〔4〕前記〔2〕記載の第2のp電極が、Al、TiもしくはCrまたはAl、Ti、Crからなる群から選ばれた少なくとも2種の金属の合金であることを特徴とする〔1〕、〔2〕または〔3〕記載の3-5族化合物半導体用電極。

〔5〕前記〔1〕記載のn電極がAl、Cr、TiもしくはInまたはAl、Cr、Ti、Inからなる群から選ばれた少なくとも2種の金属の合金であることを特徴とする〔1〕、〔2〕、〔3〕または〔4〕記載の3-5族化合物半導体用電極。

〔6〕サファイア上に形成されたn型またはp型の一般式 $In_xGa_yAl_zN$ (ただし、 $x+y+z=1$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ )で表される3-5族化合物半導体と、〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔4〕または〔5〕記載の3-5族化合物半導体用電極を用いたことを特徴とする発光素子。

【0008】次に本発明を詳細に説明する。一般に、LEDとして用いられる半導体の形状は、ほぼ正方形である。これは、正方形が、基板の切断が容易であり、基板の無駄も少なく、さらにワイヤボンディング等のプロセスが行ないやすいからである。現在までに、正方形に切断された半導体の隅にn電極を設ける方法が提案されている(特開平6-338632号公報)。この場合のpおよびn電極の配置の概略を図2に示す。図2の波線での断面が図1に対応する。本発明の3-5族化合物半導体用電極においては、n電極は発光部との距離がなるべく小さくなるように、発光面のほぼ中央に形成される。本発明でのp電極とn電極の配置の概略を図3に示す。また、図3の波線での断面を図4に示す。図2の場合、n電極から最も遠い発光部位は、おおよそ発光素子の対角線の長さだけ離れている。本発明の電極においては、図3から明らかなように、n電極から最も離れている発光部位は図2の場合に比べてほぼ半分だけ離れており、図2の場合に比べて発光面の全体にわたり、より均一に電流を供給できる。本発明において、上記の趣旨から、

本発明の目的を損なわない範囲で、必要に応じて発光面の中央からずらしてもよい。具体的には、p電極の幾何学的重心とp電極の周との中点の軌跡で囲まれる範囲内にn電極を形成することが挙げられる。

【0009】p電極用材料としては、p層と接触抵抗の低い材料を用いることが好ましい。具体的にはMg、ZnおよびNiからなる群から選ばれた少なくとも1つの金属と、Auとの合金が挙げられる。具体的には、Au-Mg、Au-Zn、Au-Zn-Mg、Au-Niなどが挙げられる。これらの合金は、熱処理を施すことでも電気的接触を増すことができる場合があり、成膜後に熱処理を行なうのが好ましい。n電極用材料としては、n層と接触抵抗の低い材料を用いることが好ましい。具体的にはAl、Cr、TiもしくはInまたはAl、Cr、Ti、Inからなる群から選ばれた少なくとも2つの金属の合金が挙げられる。Alはn型の該3-5族化合物半導体と低い接触抵抗を有し、また該3-5族化合物半導体との密着性も優れており、特に好ましい。これらの電極材料は、通常の真空蒸着法により、該3-5族化合物半導体上に成膜することで電極とすることができます。電極として合金を用いる場合には、合金を直接蒸着することができる。また、合金の構成金属を別々の蒸着源から同時に蒸着し、合金とすることもできる。さらに、合金の構成金属を該3-5族化合物半導体上に積層した後、熱を加えて合金化することもできる。

【0010】該3-5族化合物半導体を用いた発光素子において、基板側から光を取り出す場合と電極側から取り出す場合がある。基板側へ光を取り出す場合においては、電極を形成した発光素子のチップは、リードフレームに直接導電性接着剤で取付けられる。この場合、n電極およびp電極の膜厚は充分な導電性が得られる程度であればよい。光を電極側から取り出す場合においては、p型電極は発光の取り出し効率を下げないよう充分透光性であることが好ましい。そのためには、p型電極の膜厚は1500Å以下が好ましく、さらに好ましくは1000Å以下である。

【0011】ところで、本発明の発光素子において、電極を通して光を取り出す場合、リードフレームはサファイア基板と接触し、電極とは直接には電気的接触をとることができないため、リードフレームと電極は通常ワイヤボンディングにより電気的接触をとることが好ましい。上記p電極については該3-5族化合物半導体との密着性が十分でなく、ワイヤボンディングすると容易に剥離してしまう場合がある。このような場合には、該3-5族化合物半導体と密着性のよい材料よりなる第2のp電極を上記のp電極に積層して、密着性を改善できる。すなわち、第2のp電極を、上記p電極と、p型の該3-5族化合物半導体層との両方の表面に連続して形成することで、電気的特性を損なうことなく密着性のすぐれた電極とができる。この電極の積層構造の

例を図5に示す。また、この場合の電極の配置を図6に示す。図6の波線での断面が図5である。ワイヤボンディングは図5、図6のa部、つまり第2のp電極とp型層との接着面に行なう。このような目的に使用できる第2のp電極用材料としては、Al、TiもしくはCrまたはAl、Ti、Crからなる群から選ばれた少なくとも2種の金属の合金が挙げられる。Alは該3-5族化合物半導体との密着性が優れており、特に好ましい。

## 【0012】

【実施例】以下、実施例により本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの限定されるものではない。サファイア基板の上に、バッファ層、Siをドープしたn型GaN層、In<sub>0.25</sub>Ga<sub>0.75</sub>N発光層、Mgをドープしたp型GaN層を順に積層した該3-5族化合物半導体の試料を用意する。p層は予め熱処理により低抵抗化しておく。図7にその断面図を示す。最表面のp層の上にマスクを形成し、マスクに覆われた部分以外のp層と活性層をエッチングにより取り除き、n層を露出させ、図8に示す構造とする。

【0013】次にこの試料の上にp電極に対応するマスクを形成し、MgとAuをこの順にそれぞれ100Å、900Å蒸着する。さらに、窒素中、800°Cで90秒間アニールし、MgとAuとを合金化し、図9の構造とする。次にこの上にp層上の第2のp電極とn電極に対応したマスクを形成し、Alを蒸着し、図6の構造とする。このときn層が露出した部分に蒸着されたAlはn電極として作用する。また、p層に蒸着されたAlは、本発明における第2のp電極である。p電極であるAu-Mg合金に接するように蒸着されたAlは、p層と直接接している部分では、Alは該3-5族化合物半導体と密着性がよいため良好なワイヤボンディングができる。また、すでに形成されているp電極と接しているた

め、p電極はAlを通して外部電極と良好な電気的接触を持つ。こうして得られたLEDは図2に示すパターンのものより均一な発光が得られる。

## 【0014】

【発明の効果】本発明の3-5族化合物半導体用電極を用いた発光素子は、発光面から均一な発光を得ることができるので工業的価値が大きい。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の発光素子の構造を示す断面図。

【図2】従来の発光素子の電極の配置を示す平面図。

【図3】本発明の発光素子の電極の配置を示す平面図。

【図4】本発明の発光素子の構造を示す断面図。

【図5】本発明の実施例における発光素子の構造を示す断面図。

【図6】本発明の実施例における発光素子の電極の配置を示す平面図。

【図7】本発明の実施例における3-5族化合物半導体の構造を示す断面図。

【図8】3-5族化合物半導体のエッチング後の構造を示す断面図。

【図9】3-5族化合物半導体にp電極を形成した後の構造を示す断面図。

## 【符号の説明】

1... サファイア基板

2... バッファ層

3... n型GaN層

4... InGaNからなる発光層

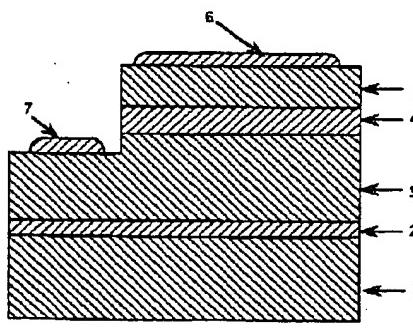
5... p型GaN層

6... p電極

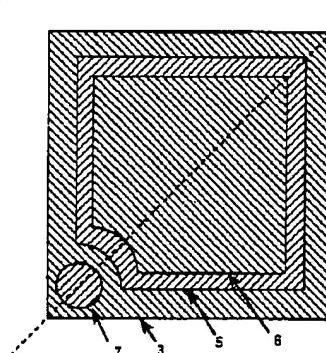
7... n電極

8... 第2のp電極

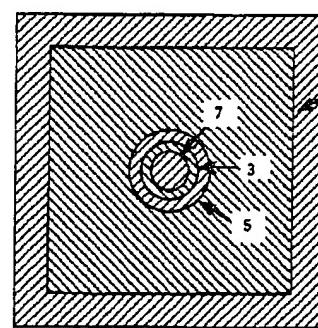
【図1】



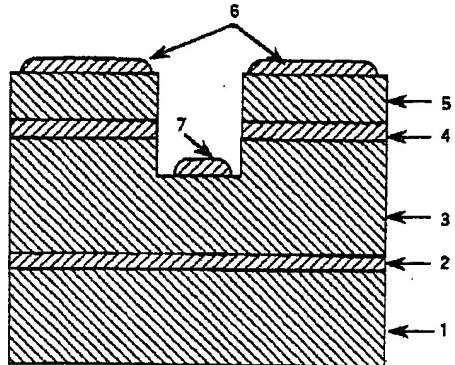
【図2】



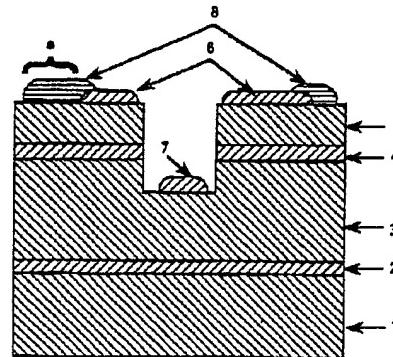
【図3】



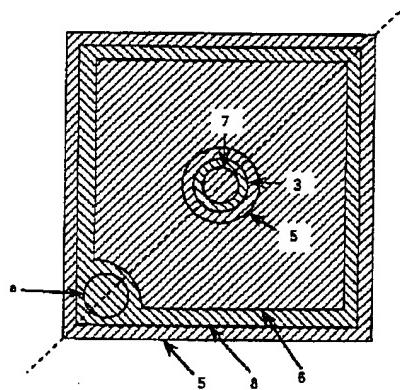
【図4】



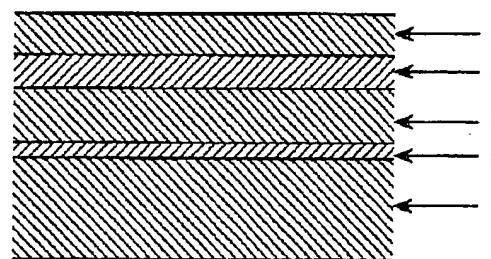
【図5】



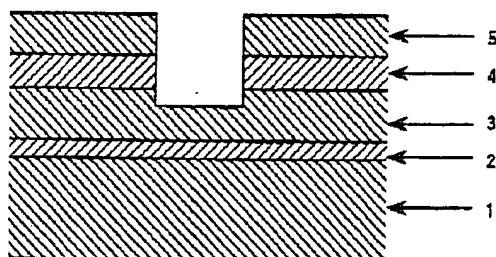
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

